

(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

(11) N° de publication :
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

2 812 777

(21) N° d'enregistrement national : 00 10221

(51) Int Cl⁷ : H 02 K 15/02, H 02 K 15/08, 1/16

(12)

DEMANDE DE CERTIFICAT D'UTILITE

A3

(22) Date de dépôt : 02.08.00.

(30) Priorité :

(43) Date de mise à la disposition du public de la
demande : 08.02.02 Bulletin 02/06.

(56) Les certificats d'utilité ne sont pas soumis à la
procédure de rapport de recherche.

(60) Références à d'autres documents nationaux
apparentés : Certificat d'utilité résultant de la trans-
formation volontaire de la demande de brevet dépo-
sée le 02/08/00.

(71) Demandeur(s) : STAUBLI FAVERGES Société en com-
mandite par actions — FR.

(72) Inventeur(s) : FROMENT JEAN PAUL et DUBOULOZ
PIERRE.

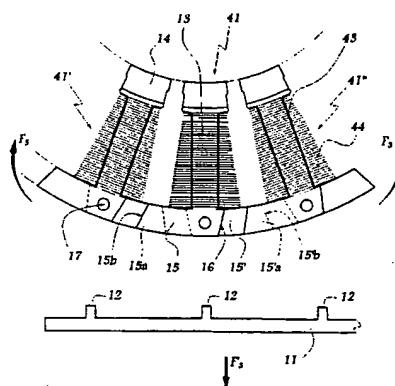
(73) Titulaire(s) :

(74) Mandataire(s) : CABINET LAVOIX LYON.

(54) PROCEDE DE FABRICATION D'UN STATOR CYLINDRIQUE, STATOR OBTENU PAR CE PROCEDE ET
MOTEUR ELECTRIQUE EQUIPE D'UN TEL STATOR.

(57) Ce procédé comprend les étapes consistant à :

- découper, dans des plaques métalliques, des ensembles comprenant chacun plusieurs âmes unitaires (13) reliées entre elles par un support commun (11) et pourvues chacune d'au moins une extension (15, 15') s'étendant en direction, d'une âme adjacente;
- superposer ces ensembles en alignant sensiblement ces âmes (13) et en imbriquant certaines extensions (15) entre des extensions analogues d'ensembles voisins;
- former, autour de chaque armature unitaire (41) constituée d'âmes empilées (13), un bobinage (44) de fil conducteur et
- déformer (F_3) ces ensembles empilés pour leur conférer une forme globalement cylindrique.



FR 2 812 777 - A3



L'invention a trait à un procédé de fabrication d'un stator cylindrique et à un stator cylindrique d'actionneur électrique. L'invention a également trait à un moteur électrique, notamment pour la mise en mouvement d'un robot, équipé d'un tel stator.

Dans le domaine de la commande des axes d'un robot multi-axes, il est connu d'utiliser des moteurs électriques comprenant un rotor et un stator de forme globalement cylindrique équipé d'un grand nombre de bobines inductives. Compte tenu du volume disponible pour leur implantation sur le bras d'un robot, ces moteurs doivent être compacts tout en présentant des performances élevées. De telles contraintes se retrouvent également pour d'autres types d'actionneurs électriques.

Comme représenté à la figure 13 ci-jointe, il est connu de réaliser un stator cylindrique en empilant des tôles 100 formant chacune des âmes 101 disposées selon une direction essentiellement radiale autour d'un axe central X-X' du stator. Dans ce cas, on prévoit d'introduire des "chignons" pré-bobinés 102, comme représenté par la flèche F₁, dans les volumes 103 laissés libres entre deux âmes 101 adjacentes. Une telle opération manuelle est longue et coûteuse. Elle ne permet pas d'obtenir un taux de remplissage élevé des volumes 103, ce qui nuit aux performances d'un moteur équipé d'un stator ainsi réalisé.

Un autre procédé connu, représenté schématiquement à la figure 14, consiste à introduire, autour des âmes essentiellement radiales 101 des tôles 100, des bobines 104 préformée, ceci étant représenté par la flèche F₂. Dans ce cas également, les volumes 103 définis entre deux âmes 101 adjacentes ne sont pas complètement remplis, ce qui nuit aux performances d'un moteur équipé d'un tel stator.

C'est à ces inconvénients qu'entend plus particulièrement remédier l'invention en proposant un nouveau procédé de fabrication d'un stator cylindrique qui permet de réaliser automatiquement des bobinages autour d'armatures unitaires, avec un remplissage optimisé des volumes disponibles pour ces bobinages.

Dans cet esprit, l'invention concerne un procédé de fabrication d'un stator cylindrique d'actionneur électrique dans lequel on forme une armature du stator par empilement de plaques métalliques découpées. Ce procédé est caractérisé en ce qu'il comprend les étapes consistant à :

- découper, dans des plaques métalliques, des ensembles comprenant chacun plusieurs âmes unitaires reliées entre elles et pourvues chacune d'au moins une extension s'étendant en direction d'une âme adjacente ;
- superposer ces ensembles, en alignant sensiblement ces âmes et en imbriquant certaines extensions entre des extensions analogues d'ensembles voisins ;
- former, autour de chaque armature unitaire constituée d'âmes empilées, un bobinage de fil conducteur et
- déformer les ensembles empilés pour leur conférer la forme globalement cylindrique définitive du stator.

Grâce à l'invention, le bobinage du stator peut avoir lieu alors que les armatures unitaires sont facilement accessibles, notamment pour une machine de bobinage. Ceci permet d'optimiser la forme et les dimensions des bobinages par rapport aux volumes dans lesquels ils doivent être logés. En d'autres termes, il ne reste pas de volume mort entre les armatures unitaires du stator. La mise en forme finale du stator est facilitée par l'imbrication mutuelle des extensions. La puissance et le rendement d'un moteur équipé d'un stator fabriqué grâce au procédé de l'invention sont améliorés par rapport aux moteurs connus alors que leur prix de revient est diminué grâce à l'automatisation.

Au sens de la présente description, l'adjectif "adjacent" signifie voisin dans le plan d'un ensemble découpé dans une plaque métallique.

Selon des aspects avantageux mais non obligatoires de l'invention, le procédé incorpore une ou plusieurs des caractéristiques suivantes :

- Il consiste à superposer les ensembles précités en disposant l'extension d'au moins une première âme d'un premier ensemble de façon partiellement engagée entre les extensions de deux autres âmes de deux autres ensembles, ces

L'invention a également trait à un stator cylindrique réalisé par le procédé précédemment décrit et à un stator qui est caractérisé en ce que ses armatures unitaires, formés par

empilement d'âmes unitaires et entourées chacune par un bobinage, sont imbriquées les unes dans les autres par des extensions s'étendant, à partir de ces âmes, entre des extensions analogues d'armatures unitaires adjacentes.

5 Un tel stator est plus facile à réaliser que ceux de l'état de la technique et permet d'obtenir des rapports performance/poids et performance/encombrement particulièrement avantageux.

10 On peut prévoir que le stator est équipé d'une carcasse disposée autour des armatures unitaires et/ou que chaque armature unitaire est entourée d'une bague disposée, pour l'essentiel, entre cette armature et le bobinage associé.

15 On peut également prévoir que les bords des extrémités des extensions précitées ont, en configuration montée du stator, une orientation oblique par rapport à un rayon du stator passant par leur centre.

20 En outre, les armatures peuvent être formées par empilement d'ensembles pourvus de reliefs de positionnement relatif par imbrication de ces reliefs les uns dans les autres.

L'invention concerne enfin un moteur électrique, et plus particulièrement un moteur utilisé pour la mise en mouvement d'un robot, équipé d'un stator tel que précédemment décrit.

25 L'invention sera mieux comprise et d'autres avantages de celle-ci apparaîtront plus clairement à la lumière de la description qui va suivre de trois procédés de fabrication d'un stator conforme à l'invention, donnée uniquement à titre d'exemple et faite en référence aux dessins annexés dans lesquels :

30 - la figure 1 est une coupe transversale de principe du stator d'un moteur électrique de commande d'un robot conforme à l'invention ;

 - la figure 2 est une vue de détail selon la flèche II à la figure 1, abstraction faite de la carcasse ;

35 - la figure 3 est une vue de face d'une partie d'un ensemble utilisé pour la fabrication du stator du moteur de la figure 1 ;

 - la figure 4 est une vue en perspective de

plusieurs ensembles, du type de celui de la figure 3, en cours d'empilage ;

- la figure 5 est une coupe partielle selon la ligne V-V à la figure 4 ;

5 - la figure 6 est une vue en perspective d'une armature lors d'une étape ultérieure du procédé de fabrication ;

- la figure 7 est une vue analogue à la figure 3 lors d'une seconde étape ultérieure du procédé de fabrication de l'invention ;

10 - la figure 8 est une vue analogue à la figure 7 lors d'une troisième étape postérieure du procédé ;

- la figure 9 est une vue analogue à la figure 7 lors d'une quatrième étape postérieure du procédé ;

15 - la figure 10 est une vue analogue à la figure 7 pour un second procédé conforme à l'invention, une armature étant représentée en coupe transversale ;

- la figure 11 est une vue analogue à la figure 7 pour un troisième procédé conforme à l'invention et

20 - la figure 12 est une vue de détail, dans le sens de la flèche XII, à la figure 11.

Le moteur électrique M représenté à la figure 1 comprend un rotor 1 équipé à sa périphérie d'aimants 2 et destiné à être entraîné en rotation autour d'un axe central X-X' sous l'effet d'un champ magnétique tournant généré par un stator 3.

25 Ce stator comprend une armature 4 et des bobinages 5 réalisés autour d'armatures unitaires 41 disposées selon des directions essentiellement radiales par rapport à l'axe X-X' et reliées entre elles par une structure annulaire 42.

30 Les armatures unitaires 41 sont chacune formées par empilement de tôles, de même que la structure 42.

La fabrication du stator 3 débute par la réalisation, par découpage dans des plaques métalliques, d'ensembles 10, dont un est partiellement visible à la figure 3. Chaque ensemble 35 10 comprend un support commun 11 auquel sont reliés par des pontets sécables 12 des âmes unitaires 13. Ces âmes 13 sont donc reliées entre elles par le support 11 et s'étendent

chacune selon une direction A-A' globalement perpendiculaire à la direction B-B' du support 11 qui est globalement rectiligne.

5 A l'opposé du pontet 12 qui la rattache au support 11, chaque âme 13 est équipée d'un chapeau 14 dont la largeur l_{14} est supérieure à la largeur l_{13} de la partie principale 13a de l'âme 13 considérée.

10 Du côté du support 11, chaque âme 13 est équipée d'un doigt 15 s'étendant en direction d'une âme 13 adjacente, le doigt 15 étant globalement parallèle à la direction B-B', en tenant cependant compte du fait que les doigts 15 sont courbes avec une concavité dirigée à l'opposé du support 11. Les
15 doigts 15 des différentes âmes 13 d'un même ensemble 10 sont tous dirigés dans le même sens, par exemple vers la gauche pour l'ensemble 10 représenté à la figure 3. Du côté opposé au doigt 15, chaque âme 13 est équipée d'un talon 16 débordant légèrement de la partie principale 13a de l'âme 13 selon la direction B-B'.

20 Chaque âme 13 est également pourvue d'une déformation localisée 17 qui permet un centrage relatif des différents ensembles 10 lorsque ceux-ci sont empilés, comme représenté à la figure 4.

25 Conformément au procédé de l'invention, on empile différents ensembles 10, de telle sorte que les doigts 15 des différentes âmes unitaires 13 s'étendent en alternance, de part et d'autre des armatures unitaires 41 ainsi formées. A la figure 4, on a représenté trois armatures unitaires
30 référencées respectivement 41, 41' et 41'' en cours d'empilage, l'armature 41 étant disposée entre les armatures 41' et 41''. Bien entendu, les ensembles 10 ont une longueur suffisante pour que puisse être formé un grand nombre d'armatures 41 et équivalentes, par exemple 24 dans l'exemple représenté.

35 Le doigt 15 de la première âme unitaire 13 de l'armature 41 est orienté en direction de l'armature 41'. En fait, tous les doigts 15 des âmes 13 de l'ensemble 10 sont orientés vers la gauche de la figure 4.

On considère maintenant l'ensemble 10' prévu pour être

disposé au contact de l'ensemble 10 en arrière de celui-ci dans la représentation des figures 4 à 9. Les doigts 15' des âmes 13' de cet ensemble sont orientés vers la droite de la figure 4 par rapport à ces âmes.

5 Compte tenu de l'écartement e entre les armatures 41 et 41' ou 41 et 41'' et de la longueur L_{15} des doigts 15, l'extrémité 15'a des doigts 15' de l'ensemble 10' s'engage entre les extrémités 15a des doigts 15 de l'ensemble 10 et les extrémités 15''a des doigts 15'' qui s'étendent à partir des
10 âmes unitaires 13'' du troisième ensemble 10'' appartenant à l'empilement représenté à la figure 4.

Les ensembles 10' et 10'' sont également pourvus de talons 16' et 16''.

Les ensembles 10' et 10'' sont pourvus de déformations
15 17' et 17'' analogues aux déformations 17, ces déformations étant prévues pour s'engager les unes dans les autres. Comme représenté à la figure 5, ceci constitue un moyen de centrage relatif des ensembles 10 et équivalents lorsqu'ils sont empilés.

20 Compte tenu de l'existence des déformations 17, 17' et 17'', on comprend que deux séries d'ensembles doivent être prévus, à savoir ceux 10 et 10'' et équivalents, dont les doigts 15 ou 15'' sont destinés à être orientés vers la gauche de la figure 4 alors que leurs déformations 17 et 17'' sont
25 dirigées vers l'arrière de la figure 4 et ceux, 10' et équivalents, dont les doigts 15' sont destinés à être orientés vers la droite de la figure 4.

La situation décrite ci-dessus au sujet des doigts 15' se reproduit pour les doigts de toutes les âmes à l'exception
30 de celles des armatures unitaires d'extrémité et de celles des ensembles de début et de fin de l'empilement considéré.

Grâce à la géométrie et au sens d'empilement des ensembles 10, 10' et 10'', les doigts 15 et équivalents de l'armature unitaire 41 sont engagés et en appui entre les
35 doigts 15 et équivalents des armatures 41' et 41''. Cet agencement a lieu indépendamment des éventuelles tolérances de fabrication des ensembles 10 et 10' et notamment des éventuelles variations d'épaisseur des tôles dans lesquelles

ils sont découpés.

Lorsque les armatures unitaires 41 et 41', 41'' ont été réalisées comme représentées à la figure 4, on surmoule autour de chacune d'elles une bague 43 en matière plastique, une
5 telle bague permettant de maintenir en position l'empilement précédemment réalisé et de ne pas blesser l'émail du fil lors du bobinage. On est alors dans la configuration de la figure 6.

A partir de cette configuration, il est possible de
10 constituer un bobinage inductif 44 autour de chaque armature 41 ou équivalente car l'écartement e est suffisant pour qu'on puisse accéder aux armatures unitaires 41 et équivalentes jusqu'à proximité immédiate des doigts 15 et équivalents.

En particulier, dans la configuration de la figure 7, les
15 armatures 41 et équivalentes sont globalement parallèles entre elles en s'étendant selon les directions A-A'. On note que les bagues 43 sont pourvues de voiles 43a, 43b qui définissent entre elles un volume de réception au moins partiel des bobinages 44.

Lorsque les bobinages ont été réalisés, on déforme
20 l'assemblage représenté à la figure 7, comme représenté par les flèches F_1 à la figure 8, afin de lui conférer la forme globalement cylindrique. Pour ce faire, les ponts sécables 12 sont rompus, le support 11 est évacué, comme représenté par
25 la flèche F'_1 , et l'on exerce l'effort F_2 jusqu'à ce que les chapeaux 14 viennent en appui les uns contre les autres comme représenté à la figure 9. Lorsque cette position est atteinte, on sait que les différentes armatures 41 sont correctement positionnées les unes par rapport aux autres.

On peut alors surmouler une carcasse 6 autour de la
30 structure annulaire 42, cette carcasse pouvant être réalisée en alliage léger et conférant au stator 3 une rigidité suffisante. La surface radiale interne de la structure 42 peut être ultérieurement reprise par usinage, afin d'évacuer les
35 chapeaux 14 et de lui conférer une bonne cylindricité.

Comme il ressort plus particulièrement de la figure 2, lorsque l'assemblage a été réalisé, les doigts 15, 15' et 15'' sont disposés en chevauchement les uns sur les autres et leurs

extrémités respectives 15a, 15'a et 15''a viennent en butée contre les talons 16, 16' et 16'' prévus sur les âmes unitaires adjacentes.

Comme il ressort plus particulièrement de la figure 9, le bord 15b de l'extrémité 15a de chaque doigt 15 est incliné par rapport à un rayon R de la structure 42 passant par son centre. De même en est-il pour les bords 15'b et 15''b des doigts 15 et 15''. Les talons 16, 16', 16'' sont également inclinés par rapport aux rayons R, avec la même inclinaison que les bords 15b, 15'b et 15''b, de telle sorte qu'un appui des bords 15b et équivalents peut avoir lieu sur les bords 16 et équivalents.

Du fait du caractère incliné de ces bords et talons, il n'est pas possible qu'une armature unitaire 13 glisse vers le centre de la structure 42. On obtient ainsi un ancrage efficace des armatures 41 et équivalentes après surmoulage de la carcasse 6.

En outre, la forme des bords 15b et équivalents permet d'optimiser le recouvrement initial des doigts 15, notamment dans les configurations des figures 7 et 8.

Dans le mode de réalisation de l'invention représenté à la figure 10, on procède comme précédemment à la différence que le support 111 de chaque ensemble 110 est globalement annulaire et que les différentes âmes unitaires 113 sont disposées sur son bord radial externe, ce qui améliore encore leur accessibilité pour le surmoulage d'une bague 143 et la mise en place d'un bobinage 144.

Les doigts 115 et 115' des âmes 113 et équivalentes qui forment des armatures unitaires 141 sont imbriqués les uns dans les autres, ce qui permet un guidage par glissement lorsque le stator ainsi formé est "refermé" pour atteindre sa forme cylindrique définitive, comme représenté par les flèches F₄.

Dans le mode de réalisation de la figure 11, les différents ensembles 210 sont réalisés avec une forme globalement cylindrique, les âmes unitaires 213 étant orientées vers l'axe central X-X' de chaque ensemble 210 à partir d'un support commun 211. Les armatures unitaires 241

ainsi réalisées sont disposées selon des directions globalement radiales par rapport à l'axe X-X' et leur écartement e' est suffisant pour permettre la réalisation de bobinages 244 de façon aisée et automatisée.

5 Lorsque les bobinages ont été réalisés, le support externe 211 est évacué pour chaque ensemble 210 et le stator 203 est formé en exerçant un effort centripète représenté par les flèches F_s , ce qui a pour effet de resserrer les armatures 241 et équivalentes les unes contre les autres.

10 Ceci est possible car, comme précédemment, les âmes 213 sont chacune pourvues d'un doigt 215 s'étendant en direction d'une âme adjacente, les différents doigts des différents ensembles 210 étant disposés en alternance et de façon imbriquée les uns dans les autres comme représenté à la figure
15 11.

Lorsque le mouvement dû à l'effort F_s est terminé, le stator 203 est analogue au stator 3 représenté à la figure 1, la position des différents doigts étant celle représentée à la figure 2.

20 En utilisant des gabarits adéquats, on peut se dispenser de l'utilisation de déformations du type des déformations 17. Un seul type d'ensemble 10, 110 ou 210 d'âmes unitaires peut alors être utilisé, ces ensembles étant retournés une fois sur deux lors de leur superposition.

25

REVENDICATIONS

1. Procédé de fabrication d'un stator cylindrique
5 d'actionneur électrique, procédé dans lequel on forme une armature dudit stator par empilement de plaques métalliques découpées, caractérisé en ce qu'il comprend les étapes consistant à :

- 10 - découper, dans des plaques métalliques, des ensembles (10, 10', 10'' ; 110, 210) comprenant chacun plusieurs âmes unitaires (13, 13', 13'' ; 113 ; 213) reliées entre elles et pourvues chacune d'au moins une extension (15, 15', 15'' ; 115 ; 215) s'étendant en direction, d'une âme adjacente ;
- 15 - superposer lesdits ensembles en alignant sensiblement lesdites âmes et en imbriquant certaines desdites extensions entre des extensions d'ensembles voisins ;
- former, autour de chaque armature unitaire (41 ; 141 ; 241) constituée d'âmes empilées, un bobinage (44 ; 144 ; 244) de fil conducteur et
- 20 - déformer (F_3 ; F_4 ; F_5) lesdits ensembles empilés pour leur conférer la forme globalement cylindrique définitive dudit stator.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce
25 qu'il consiste à superposer lesdits ensembles (10 ; 110 ; 210) en disposant l'extension (15') d'au moins une première âme (13') d'un premier ensemble (10') de façon partiellement engagée entre les extensions (15, 15'') de deux âmes appartenant à deux autres ensembles (10, 10''), lesdites deux âmes
30 étant adjacentes aux âmes (13, 13'') entre lesquelles est disposée ladite âme, dans l'armature unitaire (41) à laquelle elle appartient.

3. Procédé selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce qu'il consiste à superposer lesdits
35 ensembles (10, 10', 10'' ; 110 ; 210) de telle sorte que les extensions (15, 15', 15'' ; 115 ; 215) des âmes constituant chaque armature unitaire (41 ; 141 ; 241) sont disposées en alternance de part et d'autre de cette armature et dirigées

vers les armatures unitaires adjacentes.

4. Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il consiste à déformer lesdits ensembles (10 ; 110 ; 210) empilés en faisant glisser (F_3 , F_4 , F_5) ladite extension (15') de ladite âme (13') entre lesdites extensions (15, 15') des âmes adjacentes à celles (13, 13'') entre lesquelles elle est disposée.

5. Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il consiste à déformer (F_3 , F_4 , F_5) lesdits ensembles jusqu'à ce qu'une extrémité (15_a, 15'_a, 15''_a) de ladite extension (15, 15', 15'') de chaque âme (13, 13', 13'') vienne en appui contre un talon (16, 16', 16'') formé à la base d'une âme adjacente.

6. Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comprend une étape consistant à surmouler, autour de chaque armature unitaire (41 ; 141) et avant formation dudit bobinage (44 ; 144), une bague (43 ; 143) de maintien de ladite armature unitaire et de réception dudit bobinage.

7. Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comprend une étape consistant à surmouler une carcasse (6) autour desdits ensembles empilés (10 ; 110 ; 210) une fois ceux-ci conformés (F_3 , F_4 , F_5) avec ladite forme globalement cylindrique.

8. Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il consiste à déformer (F_3 , F_4 , F_5) lesdits ensembles (10 ; 110 ; 210) jusqu'à ce qu'une butée (14), prévue sur chaque âme (13 ; 113 ; 213) à l'opposé dudit support commun (11, ; 111 ; 211), vienne en appui contre des butées analogues de deux âmes adjacentes sur le même ensemble.

9. Procédé selon la revendication 8, caractérisé en ce qu'il comprend une étape consistant à évacuer lesdites butées (14) desdites âmes (13) après qu'elles ont été amenées en appui les unes contre les autres.

10. Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comprend une étape consistant à évacuer (F'_3) ledit support commun (11 ; 111 ; 211) de chaque ensemble (10 ; 110 ; 210) par rupture de ponts sécables (12)

reliant chaque âme (13 ; 113 ; 213) audit support.

11. Stator cylindrique d'actionneur électrique comprenant des armatures unitaires entourées chacune par un bobinage et formées par empilement d'âmes unitaires découpées dans des
5 plaques métalliques, caractérisé en ce que lesdites armatures (41 ; 141 ; 241) sont imbriquées les unes dans les autres par des extensions (15 ; 115 ; 215) s'étendant à partir desdites âmes (13 ; 113 ; 213) entre des extensions analogues d'armatures unitaires adjacentes.

10 12. Stator selon la revendication 11, caractérisé en ce qu'il est équipé d'une carcasse (6) disposée autour desdites armatures unitaires (41 ; 141 ; 241).

13. Stator selon l'une des revendications 11 ou 12, caractérisé en ce que chaque armature unitaire (41 ; 141) est
15 entourée d'une bague (43 ; 143) disposée pour l'essentiel entre ladite armature et le bobinage associé (44 ; 144).

14. Stator selon l'une des revendications 11 à 13, caractérisé en ce que les bords (15_b, 15'_b, 15''_b) des extrémités 15_a, 15'_a, 15''_a) desdites extensions (15, 15',
20 15'') ont, en configuration montée dudit stator, une orientation oblique par rapport à un rayon (R) dudit stator (3) passant par leur centre.

15. Stator selon l'une des revendications 11 à 14, caractérisé en ce que lesdites armatures (41, 41', 41'') sont
25 formées par empilement d'ensembles (10, 10', 10'') pourvus de reliefs (17, 17', 17'') de positionnement relatif desdits ensembles par imbrication desdits reliefs les uns dans les autres.

16. Moteur électrique, notamment pour la mise en
30 mouvement d'un robot, équipé d'un stator (3) selon l'une des revendications 11 à 15.

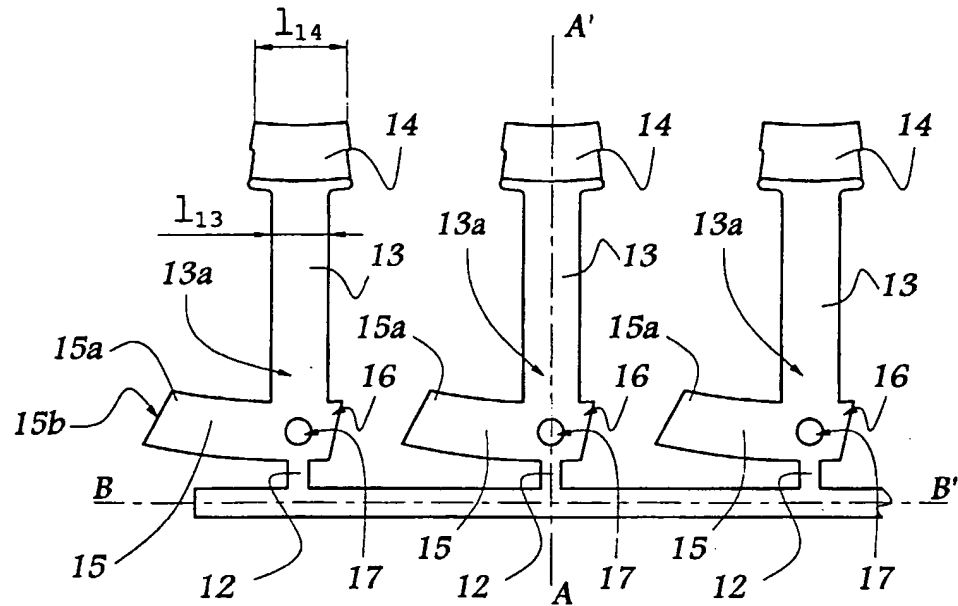


Fig. 3

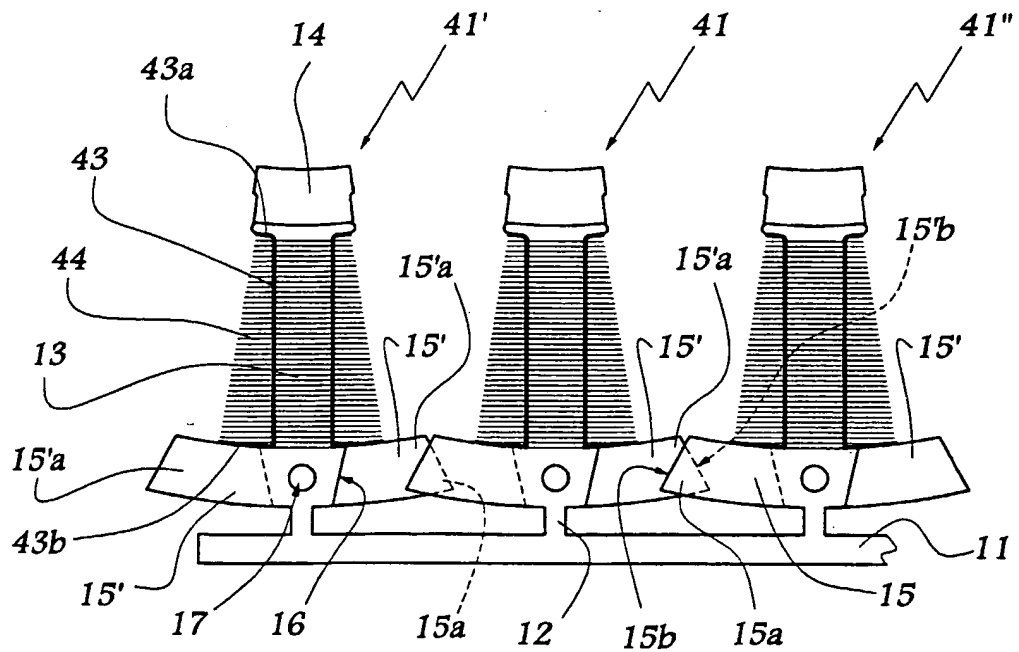
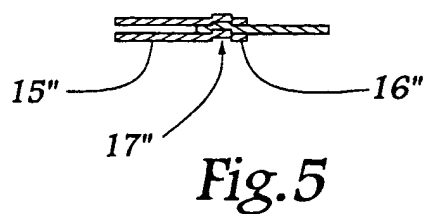
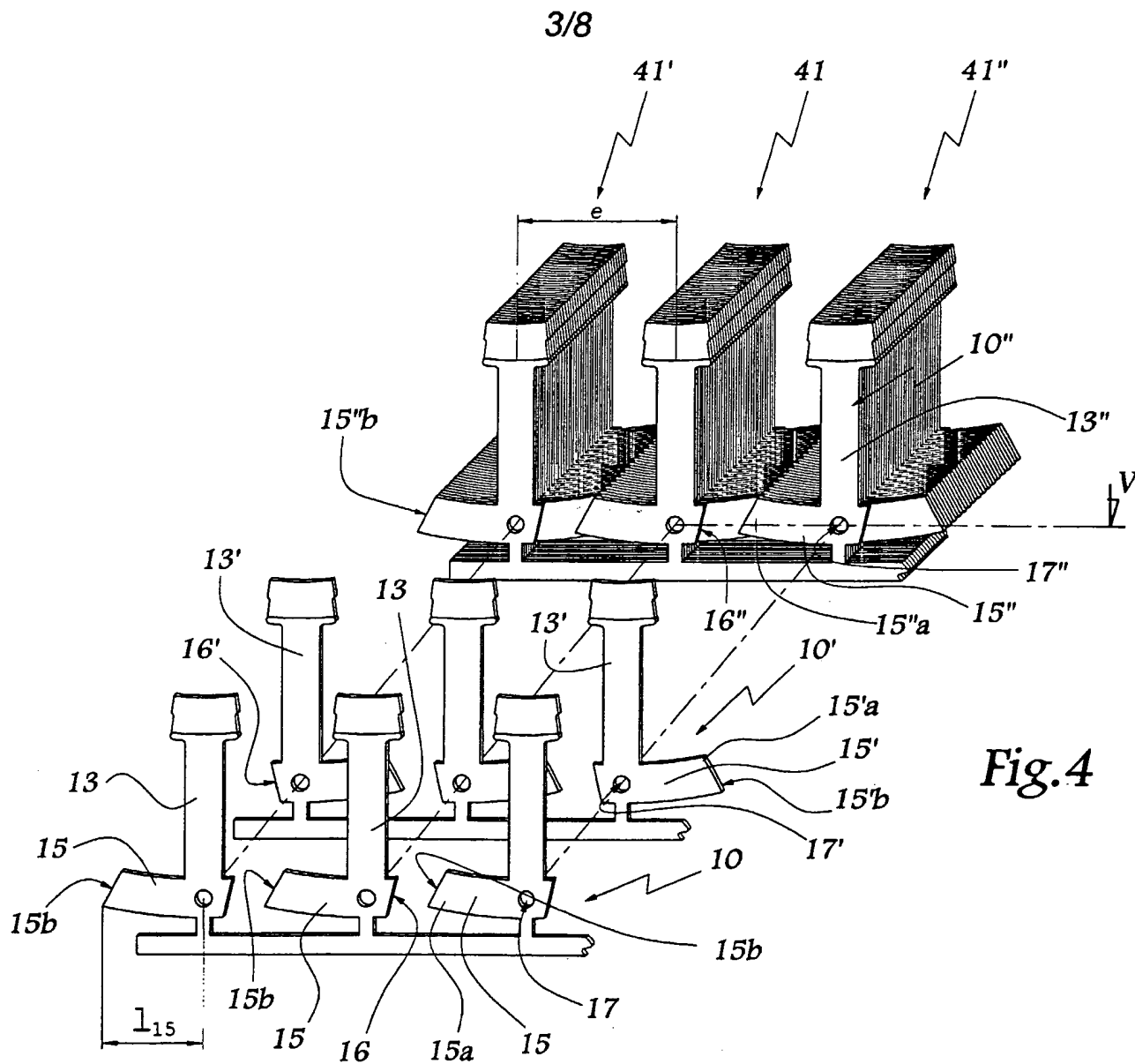
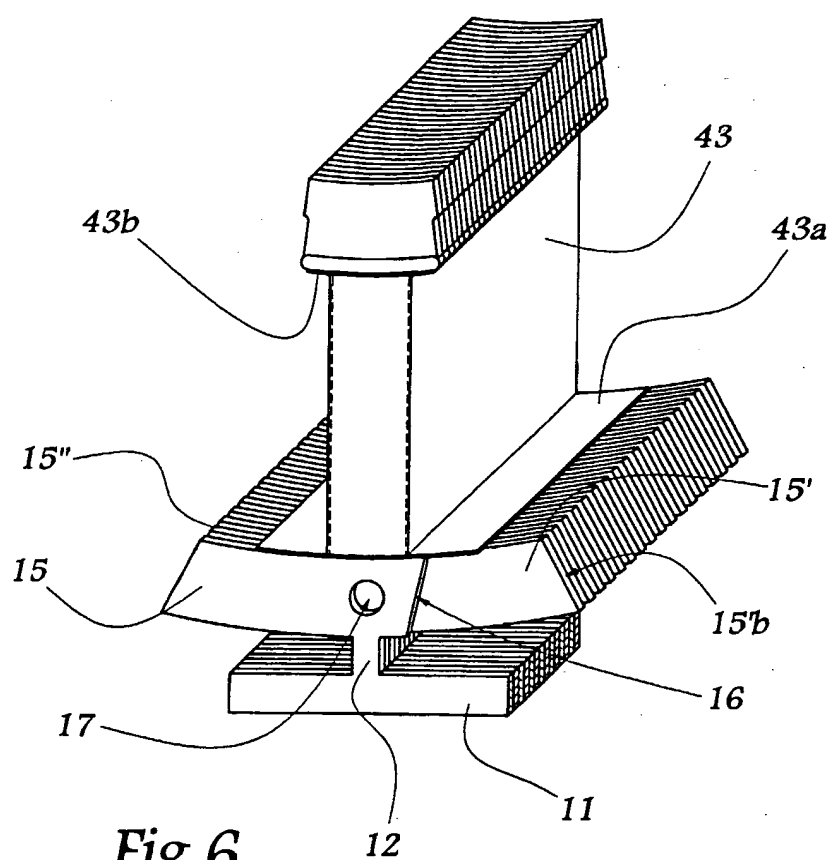


Fig. 7



**Fig. 6**

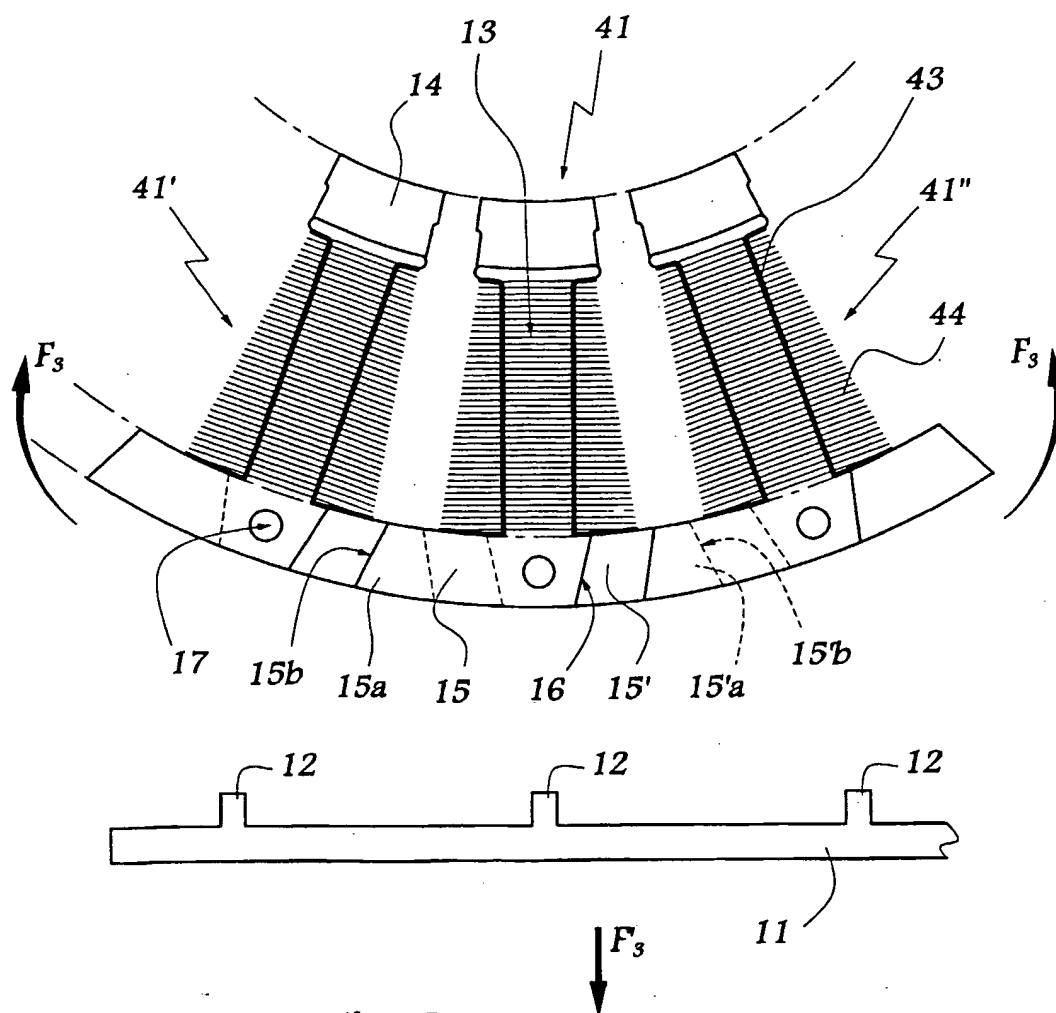


Fig. 8

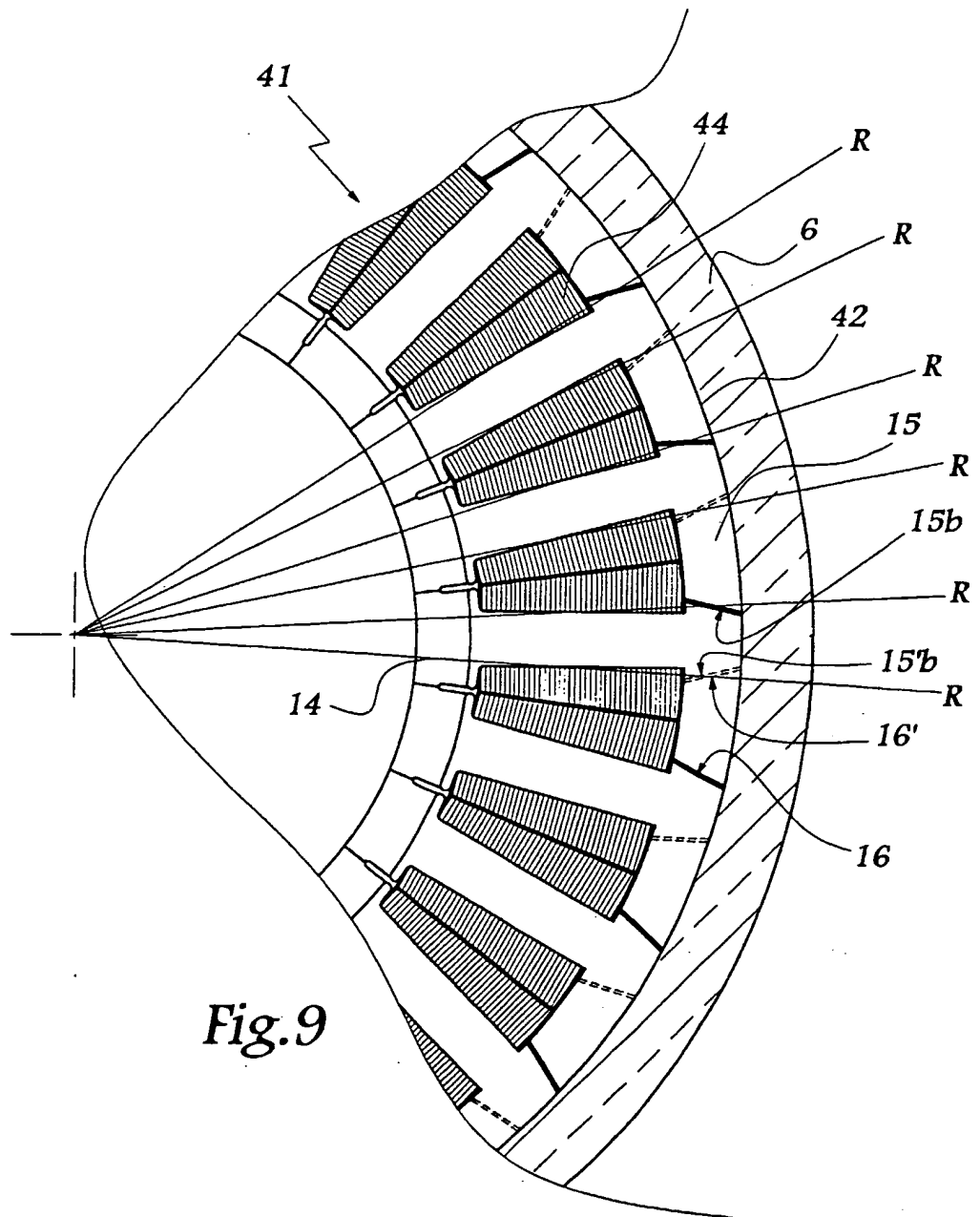


Fig. 9

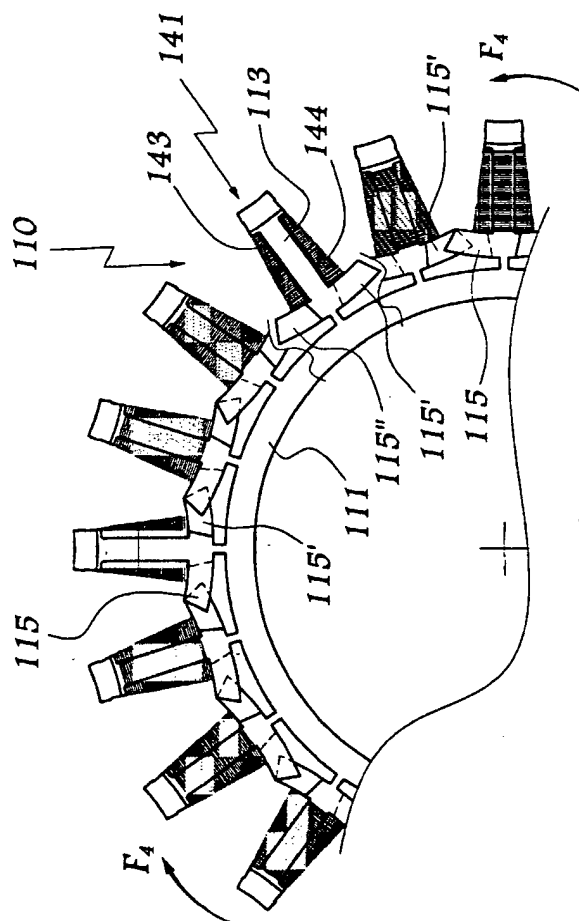


Fig. 10

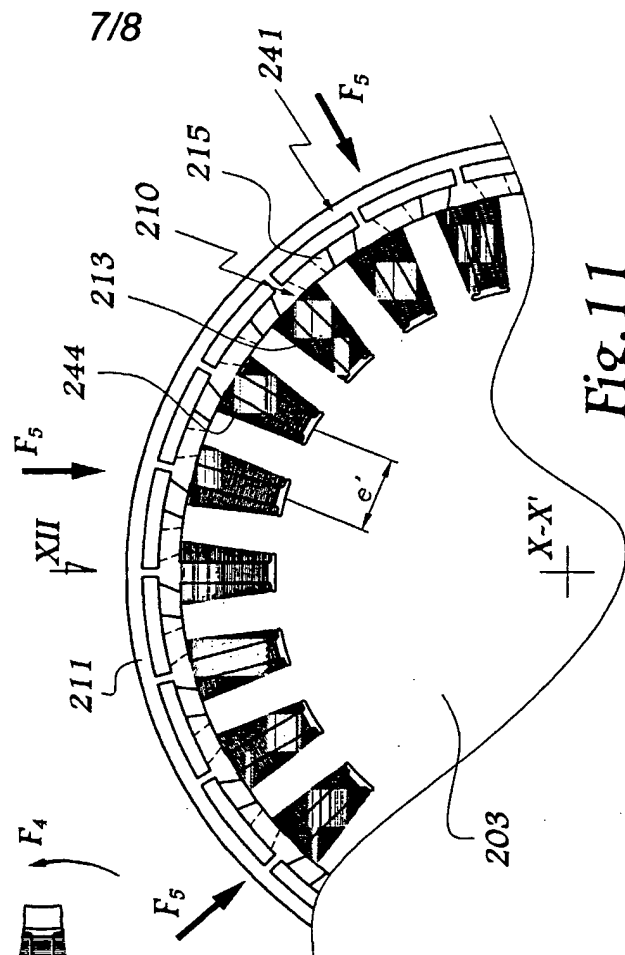


Fig. 11

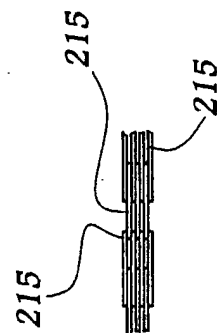


Fig. 12

